

大気中熱処理におけるMgO基板表面の改質

関西学院大学大学院理工学研究科
物理学専攻 阪上研究室 北 宗平

本研究室では酸化物基板上に金属の多層膜もしくは超格子を、物理気層成長である分子線エピタキシー法（MBE）を用いて成長させている。これらの成長メカニズムの検討を目的として、高速電子線回折（RHEED）や、X線回折（XRD）、X線反射率法（XRR）などを用いて表面を解析する。多層膜や超格子は、単一原子でできた結晶では得ることのできない電氣的・磁氣的特性やエネルギー帯を構築できる。これらの基板としては、酸化物単結晶基板（MgOやSrTiO₃など）を用いているが、酸化物はイオン性の強い結合と、共有結合性が著しい特性を持ち、その一方で、特有な物性（絶縁性、半導性、金属伝導、超伝導、磁性、強誘電性など）を有している。

MgO(100)単結晶基板は、単純な岩塩型構造の立方晶系結晶であり、塩基性酸化物であり潮解性を持つため、外気（水や二酸化炭素）と反応しやすく、取り扱いや保存に注意を要する。^[1] また、融点2830℃、沸点3600℃といった炉材や耐熱材の材料に用いられるほどの耐熱性を備えている。これらの理由から焦電体、強誘電体、強磁性体、高温超伝導体などのエピタキシャル成長による薄膜・多層膜の構築の立証モデルとして広く研究されている。^[2] 表面の詳細な構造や形態はより上位層の特性に影響あるので、非常に高品質の表面を持ったMgO基板を準備することは、表面物理学や材料工学などの分野で重要である。様々な金属基板の平坦化の最も有力な方法として、空气中・酸素雰囲気中でのAnnealing処理が有効であるとの報告がある。^[3,4] その他にも、MgO単結晶基板の機械研磨処理の工程において、作製時にCa等が不純物として表面に局在していることが報告されており、表面に析出した不純物が結晶内の欠陥を引き起こすとの報告もされている。^[5,6] 欠陥や表面・界面の改質を念頭に置いたステップバンチングの抑制には温度と時間の最適化が必要となる。^[6]

そこで、MgO(100)基板の大気圧下における空气中あるいは酸素不雰囲気中での表面モフォロジーの研究を行った。また、表面へのCaの析出を抑制する為に、劈開した基板も用いた。熱処理温度860℃以上の温度から [110]方向にステップが表れ初め、1000℃付近において、原子レベルの平坦性はステップ上で構築することができたが、ステップの高さやテラス幅の制御にムラがありプロセスの改善の余地がある。

References

- [1] 岩波 理科学辞典 第4版
- [2] 高温超伝導体薄膜用基板の総説として、米沢卓三 他：日本結晶成長学会誌17,86(1990)
- [3] M.Juliele : Phys. Lett. **A54**,225 (1975)
- [4] S.Maekawa and U.Gefvert : IEEE Trans. Magn. **18**, 707 (1982)
- [5] R. Souda, T. Aizama, Y.Ishizawa, C.Oshima, J. Vac.Sci. Technol. **A8**,3218(1990)
- [6] O. Robach, G.Renaud, A.Barber; Surface Science **401** (1998) 227-235

